

**UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE TEMPERATURTOLERANZ
VON MESONISCUS GRANIGER J. FRIV. (CRUST. ISOP.)**
(Biospeologica Hungarica, XIX.)

von

DR. G. GERE

Lehrstuhl für Tiersystematik der Eötvös Loránd Universität, Budapest und Höhlenbiologisches
Laboratorium, Aggtelek

Eingegangen: 2. Oktober 1963

Einleitung

Mesoniscus graniger J. Friv. ist in der „Baradla“-Höhle von Aggtelek der in grösster Individuenzahl anzutreffende Arthropode. Sein Organismus hat sich der unterirdischen Lebensweise vollkommen angepasst, er ist pigmentlos und blind. Bezüglich seiner Einreihung im System gehen die Meinungen derzeit auseinander. Dudich (1932) betrachtet ihn auf Grund dessen, dass die Antennulen nur mit drei Ästhetasken versehen sind als eine selbständige Art. Chappuis (1944) ist hingegen der Meinung, dass er eine Unterart von *Mesoniscus alpicola* (Heller) sei. Strouhal (1947) hält ihn ebenfalls bloss nur für eine Unterart, in einer späteren Arbeit jedoch äussert er sich wie folgt. „Es ist aber noch zu erwägen, ob diese östlichen Formen nicht als eigene Art, *Mesoniscus graniger*, von *alpicola* abzutrennen wären.“ (Strouhal, 1951).

Die Frage ist im gegebenen Fall deswegen von Interesse, da sich scheinbar gerade in der Lebensweise von *alpicola* s. str. und von *graniger* gewisse Unterschiede zeigen. *M. graniger* scheint eine mehr an Höhlen gebundene Form zu sein, doch soll erwähnt werden, dass sie von Kesselyák (1936) am Sátorhegy (Sátoraljaújhely) und im Bükkgebirge auch ausserhalb von Grotten gesammelt wurde. *M. alpicola*, die z. T. ebenfalls in Höhlen lebt, hat Strouhal (1948) in den Alpen häufig auf Kalkstein auch ausserhalb von Höhlen erbeutet und zwar vorwiegend unter tief eingebetteten Steinen.

Das Klären der Artzugehörigkeit könnte zur Entscheidung dessen, inwiefern *M. graniger* als wahrhafter Höhlenbewohner (Troglobiont) zu betrachten sei, ein Anhaltspunkt sein. Die Entscheidung des Problems halte ich trotz des Gesagten nicht für ausschlaggebend, da es aus dem Gesichtspunkt meiner Untersuchungen nicht von Belang ist, ob *M. graniger* den Troglobionten

oder bloss der Troglophilen angehört; als entscheidend wird der Umstand angesehen, dass wir es mit einer subterranean Art zu tun haben. Höhlen, sowie kleine unterirdische Löcher, Zwischenräume unter Steinen bieten kleinkörperigen Tieren in vieler Hinsicht ähnliche Lebensbedingungen. Sämtliche dieser Lebensstätten werden der Bodenoberfläche gegenüber durch den Faktor Dunkelheit, sowie ausgeglichene Luftfeuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse charakterisiert. Zwischen den Umgebungsverhältnissen der beiden verschiedenen Biotope, ist aus dem Gesichtspunkt des Gesagten bloss ein gradueller Unterschied festzustellen, eine strenge Begrenzung lässt sich zwischen Höhlen und andersartigen unterirdischen Hohlräumen kaum ziehen.

Der zur Untersuchung herangezogene Isopode *M. graniger* lebt in der „Baradla“-Höhle von Aggtelek unter besonders ausgeglichenen Verhältnissen. Nach Angaben von D u d i c h (1932) bewegt sich die relative Luftfeuchtigkeit in dieser Höhle zwischen 95–100%, steht jedoch öfters dem letzteren Wert näher. Die äussersten Temperaturwerte liegen (ungeachtet der Teile beim Eingang) zwischen 8,2–11, 2 °C; im Mittelwert 9,7 °C. Die jährlichen Temperaturschwankungen betragen an einigen Stellen 0,3–2,2 °C, im grössten Teil der Höhle jedoch nur 1–1,5 °C.

Die Zielsetzung der Arbeit besteht darin um festzustellen, welche Temperaturen von diesem, unter so ausgeglichenen Verhältnissen lebenden Isopoden vertragen werden können. Die Temperaturtoleranz Untersuchungen erfolgten einerseits im Höhlenbiologischen Laboratorium der „Baradla“-Höhle in Aggtelek, wo die Durchschnittstemperatur 10 °C beträgt, die Jahresschwankung der Temperatur liegt hier unter ± 1 °C, anderseits wurden Untersuchungen im Laboratorium der Universität durchgeführt, wo die Temperaturschwankungen 2–5 °C ausmachten. Ferner wurden ebenda Untersuchungen auch im Thermostat angestellt, u. zw. bei Temperaturen von 26 und 30 °C.

Untersuchungsmethodik

Sämtliche aus der „Baradla“-Höhle stammenden Versuchstiere wurden in allen drei Untersuchungsreihen in unemailierte Tonschalen untergebracht. Der Durchmesser der verschiedenen Schalen betrug 8–10 cm, ihre Höhe 2–3 cm. Die Ränder der Schalen waren abgeschliffen und wurden mit einer Glasplatte abgedeckt. In den Zimmeruntersuchungen wurden die Glasplatten auch mit schwarzem Papier überzogen um das Eindringen von Licht zu verhindern. In der Höhle wurden die Tonschalen einfach auf den Boden gestellt. Im Laboratorium der Universität wurden sie ungefähr bis zur Hälfte in angefeuchteten Sand versenkt, wodurch das Innere der Schalen ständig feucht gehalten werden konnte. Durch das ständige Feuchthalten des Sandes wurde bestrebt den relativen Feuchtigkeitsgehalt der Schalen nahezu auf 100% zu halten. Bezüglich des Zuchtverfahrens wurde in einer früheren Arbeit (G e r e 1958) ausführlich berichtet.

In den, in Tabelle 1 zusammengefassten Daten wurden die zur Untersuchung herangezogenen Isopoden der einzelnen Versuche in je einer Schale untergebracht, die in der Höhle untersuchten hingegen in 2–4 Schalen verteilt. Die Versuche dauerten im allgemeinen 4–6 Wochen lang, da nach dieser Zeit, eventuell durch das Gefangenhalten der Tiere, Erkrankungen auftreten

können, welche das Verhältnis des natürlichen Eingehens beeinflussen würden. Länger anhaltende Untersuchungen erfolgten nur in der Höhle, wo — meiner Ansicht nach — ein Auftreten solcher Erkrankungen weniger wahrscheinlich erschien. In denjenigen Versuchen, wo das Verhältnis der eingegangenen Tiere den anderen Versuchen gegenüber besonders hoch war, wurde die Versuchszeit entsprechend verkürzt.

Während der Versuchszeit erhielten die Isopoden als Nahrung feuchte, verrottete Holzteile. Zu den Untersuchungen wurden subadulte und adulte Tiere herangezogen.

Die Erläuterung der Untersuchungsergebnisse

In Tabelle 1 sind die Prozentwerte der an den einzelnen Tagen, bei verschiedenen Temperaturen eingegangenen Versuchstiere von *Mesoniscus graniger* angeführt. Das Verhältnis der in der „Baradla“-Höhle eingegangenen Tiere wird in Tabelle 2 veranschaulicht. Wie aus den Tabellen zu ersehen ist, lebten die Versuchstiere zwischen $-1 - +1$ °C sowie bei 26 °C verschieden lange Zeit hindurch. Bei höheren (30 °C) bzw. niedrigeren ($-2 - -4$ °C) Temperaturen gingen sämtliche Tiere innerhalb 24 Stunden ein. An dieser Stelle sei erwähnt, dass der für die äusseren Temperaturwerte angegebene Mortalitätsprozent auf Grund solcher Tiere berechnet wurde, die 24–48 Stunden hindurch, also sukzessive sich an die niederen bzw. hohen Temperaturen gewöhnt hatten. Wurde die Temperatur ohne Übergang plötzlich auf die weiter oben angegebenen Werte erhöht oder herabgesetzt, so war das Verhältnis der eingegangenen Tiere bedeutend höher, nahezu das Doppelte. Diese Beobachtungen sind jedoch nicht überraschend. Auf Grund von verschiedenen Literaturangaben befasst sich S z y m c z a k o w s k i (1953) mit der Frage der Temperaturpräferenz und kommt zu der Überzeugung, dass dies bei den einzelnen Tieren von verschiedenen Faktoren abhängt, so misst er z. B. der ursprünglichen Temperatur, an der die Tiere gewöhnlich zu leben pflegen, eine grosse Bedeutung zu.

Die zwischen -1 und $+1$ °C schwankende Temperatur, also bereits ein schwaches Gefrieren, scheint sich schädlich auf die Tiere auszuwirken, da die unter solchen Verhältnissen gehaltenen Individuen eine hohe Mortalität aufgewiesen haben. Bei 0 °C nimmt die Anzahl der eingegangenen Tiere plötzlich ab. Am niedrigsten war die Mortalität bei 0–5 °C und bei 10 °C. Bei den Temperaturwerten 0–5 °C ging überhaupt kein einziges Versuchstier ein. Ein weiteres Erhöhen der Temperatur führt wieder zu einem langsamen Ansteigen der Mortalitätstendenz. Parallel damit jedoch, wie dies meine Beobachtungen erwiesen, ernährten sich die Tiere viel intensiver, so dass ein Ansteigen der Mortalität bei Temperaturen bis 19–22 °C wahrscheinlich nicht wegen der Wärme schädlich auswirken, es ist vielmehr anzunehmen, dass bei diesen Temperaturen der Stoffwechsel der Tiere reger wird, sämtliche Lebensprozesse schneller verlaufen. Wird die Temperatur weiter erhöht, können dieselben Veränderungen beobachtet werden, wie bei Werten unter 0 °C. Die Mortalität steigt auch in diesem Fall plötzlich an, d. h. hohe Temperaturwerte üben sich ebenfalls schädlich auf *M. graniger* aus.

Tabelle 1.

Temperatur (°C)	Zeitdauer des Versuches (in Tagen)	Zahl der Tiere in den Versuchen (Stück)	Zahl der während der Versuche eingegangenen Tiere (Stück)	Die Menge der täglich eingegangenen Tiere in % des Gesamt- bestandes	Mittelwert (%)
- 2 - - 4	1	12	12	100,00	100,00
- 2 - - 4	1	12	12	100,00	
- 1 - + 1	7	12	5	5,95	
- 1 - + 1	7	15	12	11,43	10,24
- 1 - + 1	7	15	14	13,33	
0 - + 5	29	20	-	0,00	0,00
0 - + 5	29	15	-	0,00	
+ 13 - + 16	41	15	-	0,00	
+ 13 - + 16	41	15	1	0,16	0,11
+ 13 - + 16	41	15	1	0,16	
+ 15 - + 18	41	12	1	0,20	
+ 15 - + 18	41	12	2	0,41	0,31
+ 15 - + 18	41	15	2	0,33	
+ 17 - + 20	36	10	1	0,28	
+ 17 - + 20	36	10	1	0,28	
+ 17 - + 20	36	13	1	0,21	
+ 17 - + 20	30	12	2	0,55	
+ 17 - + 20	30	12	2	0,55	0,27
+ 17 - + 20	30	15	-	0,00	
+ 17 - + 20	30	15	-	0,00	
+ 17 - + 20	30	15	1	0,22	
+ 17 - + 20	32	10	2	0,63	
+ 17 - + 20	32	11	-	0,00	

Tabelle 1. (Fortsetz.)

Temperatur (°C)	Zeitdauer des Versuches (in Tagen)	Zahl der Tiere in den Versuchen (Stück)	Zahl der während der Versuche eingegangenen Tiere (Stück)	Die Menge der täglich eingegangenen Tiere in % des Gesamt- bestandes	Mittelwert (%)
+ 18 - + 21	37	10	1	0,27	0,69
+ 18 - + 21	37	10	6	1,62	
+ 18 - + 21	37	10	1	0,27	
+ 18 - + 21	32	10	4	1,25	
+ 18 - + 21	32	12	2	0,52	
+ 18 - + 21	32	12	6	1,56	
+ 18 - + 21	32	12	—	0,00	
+ 18 - + 21	32	12	—	0,00	
+ 19 - + 22	38	10	1	0,26	0,60
+ 19 - + 22	38	12	3	0,66	
+ 19 - + 22	38	12	4	0,88	
+ 26	10	15	12	8,00	8,55
+ 26	10	15	13	8,66	
+ 26	10	10	9	9,00	
+ 30	1	15	15	100,00	100,00
+ 30	1	15	15	100,00	

Wie aus den obigen hervorgeht, entsprechen die Werte unter 0 °C dem unteren, 30 °C dem oberen Pessimum. Die Grenztemperaturwerte innerhalb der äusseren Werte (-1 - +1 °C) und (26 °C) können als unteres bzw. oberes Pejus aufgefasst werden. Das innerhalb dieser Werte liegende Temperaturintervall entspricht in den Versuchen im Falle von *M. graniger* dem Optimum. Das Gesagte wird in der nachstehenden Abbildung veranschaulicht.

Für die in der Höhle durchgeführten Untersuchungen werden auch Beginn und Abschluss des Versuches angegeben. Aus den Zeitpunktsangaben geht hervor, dass die Mortalität von *M. graniger* unabhängig von der Jahreszeit ist. Dies war übrigens auch zu erwarten, da eine Aperiodizität für die Höhlentiere charakteristisch ist (D u d i c h, 1932).

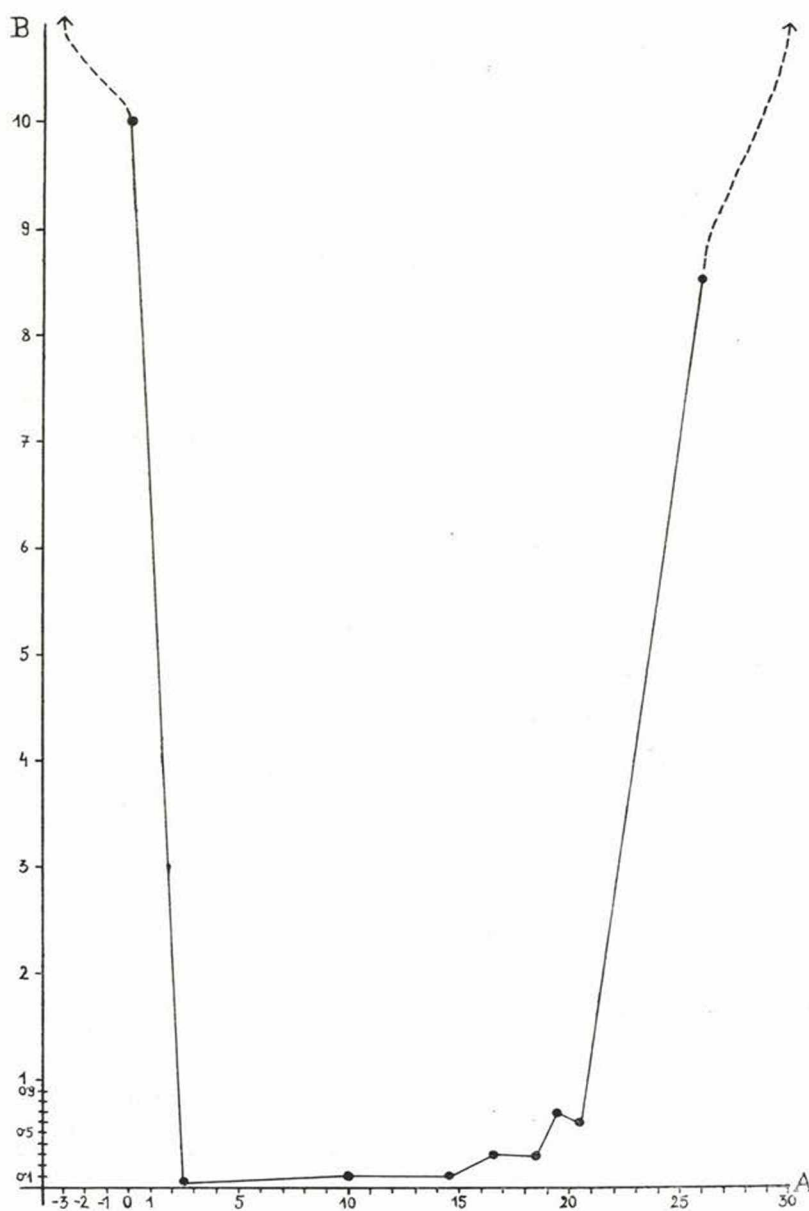


Abb. 1. Die Mortalität des Isopoden *Mesoniscus graniger* bei verschiedenen Temperaturen. A: Temperatur (°C), B: Die Menge der täglich eingegangenen Tiere in % des Gesamtbestandes

Tabelle 2.

Temperatur: +10 °C						
Beginn	Ende	Zeitdauer des Versuches (in Tagen)	Zahl der Tiere in den Versuchen (Stück)	Zahl der während der Versuche eingegangenen Tiere (Stück)	Die Menge der täglich eingegangenen Tiere in % des Gesamtbestandes	Mittelwert (%)
des Versuches						
23. I.	7. III.	43	39	1	0,06	0,10
28. I.	24. III.	54	24	—	0,00	
5. III.	31. III.	26	60	5	0,32	
5. III.	30. III.	25	30	—	0,00	
5. III.	5. IV.	31	39	1	0,08	
1. IV.	8. V.	37	39	—	0,00	
6. V.	13. VI.	38	39	—	0,00	
18. VIII.	22. IX.	35	24	1	0,12	
22. IX.	24. X.	32	32	—	0,00	
2. X.	9. XI.	38	30	—	0,00	
22. X.	19. XII.	58	22	11	0,86	
7. XI.	14. XII.	40	30	—	0,00	
12. XII.	26. I.	45	36	—	0,00	
20. XII.	27. II.	69	39	1	0,04	
20. XII.	28. III.	98	30	—	0,00	

Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Beim Auswerten der Angaben muss berücksichtigt werden, dass die Ergebnisse solcher Versuche nie absolut sind, da, wie bereits S z y m c z a k o w s k i (1953) — auf den ich mich auch bereits berufen habe — betont, kann die Temperaturtoleranz der Tiere von Fall zu Fall von vielen Faktoren beeinflusst werden. Jedenfalls lässt sich feststellen, dass *M. graniger* bedeutende Temperaturschwankungen ohne Beschädigung übersteht. Die wirklichen Höhlentiere werden im allgemeinen als stenotherme Organismen angesprochen. Die Anschauungen von Viré unterstützen auch diese Auffassung. Seinen Aussagen nach geht *Niphargus virei* zwischen 16–21 °C, *Niphargus puteanus* zwischen 13–23 °C ein, letzterer verträgt auch Wassertemperaturen von 5 °C nicht. (Zit: R a c o v i t z a, 1907). Bezüglich der Stenothermie ist D u d i c h (1932) anderer Ansicht. Seiner Meinung nach sind die Auffassungen

bezüglich der Stenothermie von Höhlentieren einfache Ableitungen, die aus den ausgeglichenen Temperaturverhältnissen der Höhlen selbst entstanden sind, ohne jegliche experimentelle Überprüfung. Zur Unterstützung des Gesagten führt D u d i c h auch einige Beispiele an. *Niphargus aggtelekiensis* lebt seinen Beobachtungen nach in der Höhle im Wasser von 9,8 °C, verträgt jedoch Temperaturen von 3–4 °C und solche von 16–18 °C, wie dies in Versuchen im Aquarium nachgewiesen werden konnte, wo die Tiere auch mehrere Monate hindurch gelebt haben. *Duvalius hungaricus* lebt z. B. auch beim Eingang der Höhle, wo bekanntlich die Temperaturschwankungen erheblich zu sein pflegen. – Mit diesen Beobachtungen stimmen die Aussagen von P e r k o überein (zit.: D u d i c h 1932), der an vereisten Tropfsteinwänden Höhlenkäfer (*Leptoderus*, *Oryotus*) einsammeln konnte.

S z y m c z a k o w s k i (1953) untersuchte aus dem in Frage stehenden Gesichtspunkt *Meta menardi*. Dieses Tier kommt in Ungarn (nach mündlichen Mitteilungen von I. L o k s a) in kleineren Höhlen, in der Eingangsregion von Höhlen vor. Es besitzt einen troglophilartigen Charakter, dieser Meinung ist auch S z y m c z a k o w s k i. Die Temperaturpräferenz des Tieres ist der Untersuchung von S z y m c z a k o w s k i nach bei 2,5–15 °C, eine Entfliehungsreaktion kann jedoch erst bei 28–29 °C wahrgenommen werden. *Meta menardi* erträgt also bedeutendere Temperaturschwankungen, doch muss darauf hingewiesen werden, dass auch die Fundorte des Tieres bedeutend grösseren Temperaturunterschieden ausgesetzt sind, wie dies z. B. im Falle der „Baradla“-Höhle zu sehen ist.

Die bekanntgegebenen Untersuchungsergebnisse unterstützen also die von D u d i c h (1932) angeführten Voraussetzungen, und auch die – zwar sehr spärliche – Literatur, die sich mit der Temperaturtoleranz von Höhlentieren befasst, lässt zu dieser Ansicht kommen. Es scheint also, dass Höhlentiere im allgemeinen nicht leicht die Fähigkeit verlieren bedeutend grössere Temperaturschwankungen zu überstehen als die, welche an ihren gewohnten Standorten herrschen.

Zusammenfassung

Verfasser untersuchte die Mortalität des aus der „Baradla“-Höhle stammenden Isopoden *Mesoniscus graniger* J. F r i v. unter verschiedenen Temperaturverhältnissen. Er fand, dass die Tiere Temperaturen zwischen –1–+1 °C noch aushielten, jedoch bei grösserer Kälte innerhalb 24 Stunden eingingen. Bei Temperaturen über 0 °C fällt die Mortalität plötzlich ab. Am geringsten ist das Eingehen der Tiere zwischen 0–5 °C und 10 °C. Bei steigender Temperatur bis 19–22 °C nimmt die Mortalität allmählich wieder zu, der prozentuelle Verlust ist jedoch sehr gering. Dies lässt sich auch mit dem reger gewordenen Stoffwechsel der Tiere erklären. Wird die Temperatur weiter gesteigert, so nimmt die Mortalität plötzlich wieder zu, bei 30 °C gehen sämtliche Tiere innerhalb 24 Stunden ein. Obwohl *Mesoniscus graniger* ein Höhlentier oder mindestens ein subterrane Element ist, kann es nicht als stenotherm betrachtet werden, da es ziemlich weite Temperaturschwankungen auszuhalten vermag.

РЕЗЮМЕ

Автором исследована смертность особ *Mesoniscus graniger* J. Friv., происходящих из пещеры Барадла вблизи с. Аггтелек, при различных температурах. Им найдено, что животные противостоят еще самым слабым морозам, но в случае опытов, проведенных на более низких температурах они уничтожились в течение 24 часов. Выше 0° Цельсия смертность животных внезапно снижается. Наименьшее количество животных умирает при температуре 0,5 и 10° Ц. Под влиянием далее повышенной температуры до 19–22° Ц смертность растет постепенно, но слабо. Наверно мы имеем дело с оживлением обмена веществ у животных. При дальнейшем повышении температуры смертность резко растет, и при температуре в 30° Ц снова все животные умирают в течение 24 часов. Следовательно, несмотря на то, что *Mesoniscus graniger* является пещерным, или же по крайней мере подземным животным, нельзя его назвать stenothermным, ведь они могут противостоят температурным колебаниям в довольно широких пределах.

SCHRIFTTUM

1. Chappuis, P. A. 1944: Die Gattung *Mesoniscus* Carl (Crust. Isop.) Rev. Suisse de Zool., 51, 267–280.
2. Dudich, E. 1932: Biologie der Aggteleker Tropfsteinhöhle „Baradla“ in Ungarn. Speleologische Monographien, 13. Wien, 246.
3. Gere, G. 1958: Methode zur Lebendhaltung und Zucht von Arthropoden der Waldböden. Acta Zool. Hung., 3, 225–231.
4. Kesselyák, A. 1936: Bars vármegye szárazföldi ászkarákjai. (Die Landasselfauna von Komitat Bars.) Állattani Közlemények, 33, 142–148.
5. Racovitza, É. G. 1907: Biospéologica. I. Essai sur les problèmes biospéologiques. Arch. de Zool. Exp. et Gén., 6, 371–488.
6. Strouhal, H. 1947: Der troglophile *Mesoniscus alpicola* (Heller). Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse vom 23. Oktober 1947. Sonderabdr. Akad. Anz., 12, 1–9.
7. Strouhal, H. 1948: Die Höhlentiere Österreichs in ihrer Abhängigkeit von den Kältezeiten. Protokoll der 3. Vollversammlung der Bundeshöhlenkommission beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft in Wien am 26. und 27. April in Wien, 1–7.
8. Strouhal, H. 1951: Die österreichischen Landisopoden, ihre Herkunft und ihre Beziehungen zu den Nachbarländern. Verhandl. der Zool.-Bot. Gesellsch. in Wien, 92, 116–142.
9. Szymczakowski, W. 1953: Preferendum termiczne jaskiniowego pajaka „*Meta menardi*” Latr. (Agriopidae). Folia biologica, 1, 154–168.